

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Absolvování individuální odborné praxe

Individual Professional Practice in the Company

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Venus**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 2612R041 Řídicí a informační systémy
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ABB s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta.
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.**

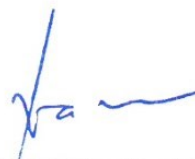
Konzultant bakalářské práce: Ing. Lukáš Bartoš

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 26.4.2018

..... 

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.

V Ostravě 26.4.2018


.....

ABB s.r.o.
NOVÁ KAROLINA PARK
28. října 3348/65
702 00 Ostrava
IČ: 49682563

Abstrakt

Tato bakalářská práce popisuje mé absolvování odborné praxe ve společnosti ABB s.r.o.. V úvodu práce se zabývám popisem firmy ABB s.r.o. a pracovního zařazení. Dále popisuji svoji účast a úkoly, které mi byly zadány při práci na projektu pro nadnárodní korporaci zabývající se zpracováním a těžbou ropy a zemního plynu, který spočíval v konverzi vizualizace ropné plošiny. Následně se zabývám tématem své odborné praxe, a to seznámením se s komunikačním protokolem IEC61850, vytvořením a nahráním konfigurace pro vývodovou ochranu ABB REF615, vytvořením konfigurace komunikace za pomoci IEC61850 a spojením jej s PLC AC800M.

Klíčová slova: ABB s.r.o, Konverze, Vizualizace, IEC61850, PLC, IED, AC800M, REF615

Abstract

This bachelor thesis describes my practice of ABB s.r.o. At the beginning of my thesis I deal with the description of ABB s.r.o. and my job. I also describe my involvement and tasks that I have been assigned to work on a project for a transnational corporation dealing with oil and natural gas processing and extraction that consisted of conversion of oil platform visualization. Subsequently, I deal with the topic of my professional practice by acquainting with the IEC61850 communication protocol, creating and uploading the ABB REF615 configuration, creating a communication configuration using the IEC61850 and connecting it to the PLC AC800M.

Key Words: ABB s.r.o, Conversion, Vizualization, IEC61850, PLC, IED, AC800M. REF615

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	7
Seznam ilustrací	7
Seznam tabulek	7
1. Úvod	8
2. Popis firmy a pracovní zařazení	9
2.1. Popis odborného zaměření firmy	9
2.2. Popis pracovního zařazení studenta	9
3. Seznam úkolů zadaných v průběhu praxe	10
3.1. Konverze vizualizace ropné plošiny	10
3.1.1. Konverze Graphic Structure	11
3.1.2. Konverze Object Type Structure	12
3.1.3. Konverze Functional Structure	13
3.2. Konfigurace komunikace pomocí IEC61850	14
3.2.1. Schéma komunikace IEC61850	14
3.2.2. Popis IEC61850	14
3.2.3. IEC61850 pracovní postup	15
4. Zvolený postup řešení zadaných úkolů	16
4.1. Konverze grafiky vizualizace ropné plošiny	16
4.1.1. Graphic Structure	16
4.1.2. Object Type Structure	20
4.1.3. Functional Structure	24
4.2. Konfigurace komunikace pomocí IEC61850	25
4.2.1. Založení projektu v PCM600	25
4.2.2. Přidání konfigurace PLC a OPC serveru v IET600	27
4.2.3. Dokončení konfigurace komunikace IEC61850 v PCM600	28
4.2.4. Import konfigurace do ABB OPC Serveru	28
4.2.5. Import konfigurace do PLC AC800M	29
5. Závěr	30
5.1. Znalosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe	30
5.2. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	31
5.3. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	32
6. Použitá literatura	33

Seznam použitých symbolů a zkratk

VB6: Visual Basic 6
PG2: Process Graphics 2
GS: Graphic Structure
OTS: Object Type Structure
FS: Functional Structure
DCS: Distributed control system
IED: Intelligent electronic device
PLC: Programable logic control
MMS: Manufacturing Message Specification
TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol
LAN: Local Area Network
PMS: Power Management System

Seznam ilustrací

Obrázek 1 - Blokové schéma realizace projektu	10
Obrázek 2 - Hotový grafický element v PG2	11
Obrázek 3 - Grafický objekt v PG2	12
Obrázek 4 - Příklad hotové obrazovky v PG2	13
Obrázek 5 - Model komunikace IEC61850	14
Obrázek 6 - Seznam grafických elementů v GS	16
Obrázek 7 - Grafický objekt ve VB6 obsahující elementy před optimalizací	16
Obrázek 8 - Seznam elementů a proměnných objektu ERDDS_MSDD_ERFB1S_14	20
Obrázek 9 - Vývojový diagram skriptu pro proměnnou FillColor	21
Obrázek 10 - Funkce Test Data ve vývojovém prostředí Process Graphics Editor	23
Obrázek 11 - Ukázka prostředí Migrate tool	24
Obrázek 12 – Prostředí nástroje PCM600	25
Obrázek 13 – Grafické rozhraní pro tvorbu uživatelského programu v PCM600	26
Obrázek 14 – Nástroj pro parametrizaci GOOSE datasetů IEC61850 v PCM600	26
Obrázek 15 - Seznam jednotlivých datasetů MMS komunikace a jejich přiřazení k OPC serveru	27
Obrázek 16 - Grafické zobrazení funkčního bloku GOOSERCV_BIN	28
Obrázek 17 - Práce s komunikační kartou IEC61850 v programu Control Builder M	29

Seznam tabulek

Tab. 1 - AdvantEllipse_1	17
Tab. 2 - AdvantPolygon1_1	17
Tab. 3 - AdvantPolygon1_2	17
Tab. 4 - Polyline_1	17
Tab. 5 - Vstupní proměnné grafického elementu DLIMB ve struktuře GS	18
Tab. 6 - Vstupní proměnné objektu ERDDS_MSDD_ERFB1S_14	20

1. Úvod

Formu bakalářské práce prostřednictvím individuální odborné praxe jsem si vybral z toho důvodu, že v oboru pracuji již déle jak 3 roky a díky této možnosti jsem schopný lépe zkombinovat prezenční formu studia s prací. Mnou zvolená firma ABB s.r.o. pro mne nebyla nikterak cizí. Ve firmě pracuji na poloviční úvazek od 1.1.2017 a již před započítím mé bakalářské práce jsem se podílel prací na rozsáhlých zahraničních projektech.

Ve své práci se chci věnovat řešením úkolů, které mi byly zadány v průběhu mého působení ve firmě ABB s.r.o.. V první řadě popíši mé působení a práci v týmu, který se zabýval konverzí vizualizací pro velké nadnárodní korporace v oblasti těžby ropy a zemního plynu. Dále proberu svoji integraci a působení v týmu, kterého bych se měl stát součástí po dokončení mého bakalářského studia. Tým se zabývá inženýrskou prací s komunikačním protokolem IEC61850 a řízením dodávky elektrické energie. V této části bych se chtěl přiblížit k tématu mé odborné praxe, popsat práci s komunikačním protokolem IEC61850, seznámit se s programováním elektrické ochrany ABB REF615 a popsat nahrání následné konfigurace. Vytvoření konfigurace komunikace IEC61850 a spojit ji s řídicím systémem PLC AC800M a DCS systémem 800xA.

2. Popis firmy a pracovní zařazení

2.1. Popis odborného zaměření firmy

„ABB je přední světovou společností působící v oblasti energetiky a automatizace. Umožňuje zákazníkům z oblasti průmyslu a distribuce energií zlepšit jejich výkonnost a současně snížit dopad jejich činností na životní prostředí. ABB má více než 120letou tradici a její úspěch je dán zejména silným zaměřením na výzkum a vývoj podpořený sedmi výzkumnými centry po celém světě.

Organizačně je ABB rozčleněno do čtyř divizí: Elektrotechnické výrobky, Robotika a pohony, Průmyslová automatizace a Energetika.

V ČR působí ABB prostřednictvím svých výrobků a služeb již od roku 1970, avšak formální vznik společnosti se datuje od roku 1992, kdy byla založena první společnost s názvem ABB. V průběhu 90. let se skupina firem ABB v ČR postupně rozrůstala o další společnosti až do dnešní podoby ABB s.r.o.

V současné době ji naleznete v 8 lokalitách. Svá nejvýznamnější inženýrská výzkumná centra a 7 výrobních závodů má v Praze, Brně, Ostravě, Trutnově a Jablonci nad Nisou.

Více než 70 % produkce míří na export, což svědčí o vysoké kvalitě výrobků ABB z ČR. Např. brněnský závod pro výrobu rozváděčů, transformátorů a senzorů vysokého napětí je největší výrobní závod na přístrojové transformátory vysokého a velmi vysokého napětí na světě.“ [1]

2.2. Popis pracovního zařazení studenta

Jsem zařazen v inženýrském operačním centru v Ostravě, které se označuje zkratkou CZOPC. Pracuji v divizi Průmyslové automatizace, zabývající se vytvářením komplexních řešení projektů procesní automatizace. Nejdříve jsem byl součástí oddělení petrochemie, které se zabývá prací na návrhu a realizaci automatizace ropných plošin a ropných polí, avšak po dokončení bakalářského studia se mám připojit do týmu, který pracuje v oblasti PMS a s komunikačním protokolem IEC61850.

3. Seznam úkolů zadaných v průběhu praxe

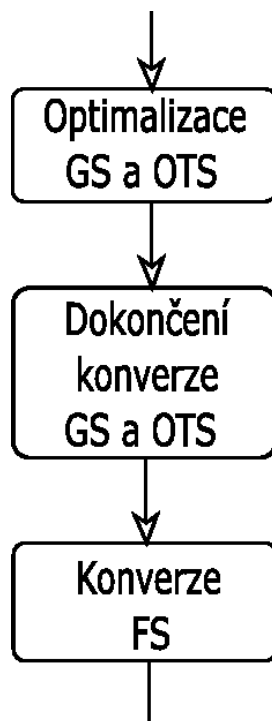
3.1. Konverze vizualizace ropné plošiny

Tento úkol se zabývá konverzí a optimalizací vizualizací pro DCS systém 800xA, ze starého grafického prostředí VB6 do nového ABB systému PG2, tak aby byla dodržena stejná výsledná funkcionální a vzhled vizualizace. Zajímavostí zadání je, optimalizování základních struktur, které obsahují grafickou reprezentaci reálných objektů. V první řadě bude popsán postup práce při vytváření takovýchto vizualizací a následně postup práce při optimalizaci jednoho grafického objektu.

Pro úspěšnou konverzi celkové vizualizace, je třeba začít konverzí základních grafických elementů, které obsahuje struktura Graphic Structure(GS). Následuje konverze grafických objektů, které jsou právě těmito elementy tvořeny, obsaženými ve struktuře Object type structure(OTS). Po dokončení konverze struktur GS a OTS se může začít s konverzí struktury Functional structure(FS), kde jsou uloženy veškeré obrazovky, které tvoří výslednou vizualizaci.

Práce na projektu je rozdělena do tří fází, které začínají optimalizací GS a OTS, konverzí všech ostatních elementů a objektů, které nelze optimalizovat a konverzí výsledných obrazovek vizualizace ve FS viz. Obr.1.

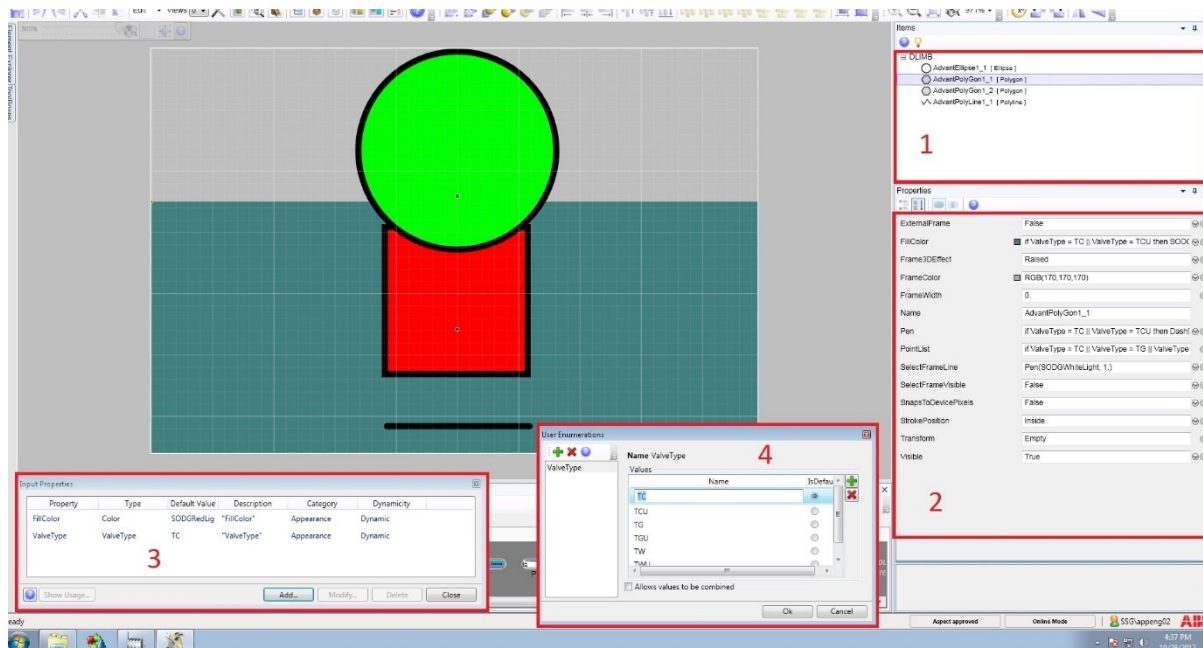
Pro práci s grafikou PG2 je používán interní SCADA software nazvaný Process Graphic Editor. Pro práci s grafikou VB6 se používá prostředí Microsoft Visual Basic. Dále je používán nástroj Migrate Tool, který dokáže převést veškeré grafické prvky ze starého systému VB6 do nového prostředí PG2.



Obrázek 1 - Blokové schéma realizace projektu

3.1.1. Konverze Graphic Structure

V GS jsou převáděny grafické elementy, které jsou tvořeny základními grafickými prvky. V této struktuře jsou deklarovány vstupní proměnné, pomocí kterých lze následně v OTS např. měnit barvu výplně určitého prvku (Polygonu, obdélníku) grafického elementu. Každý grafický prvek má své určité vlastnosti (Visible, Fillcolor, FrameColor). Lze také vytvářet vlastní výčetové datové typy pomocí funkce Enum.

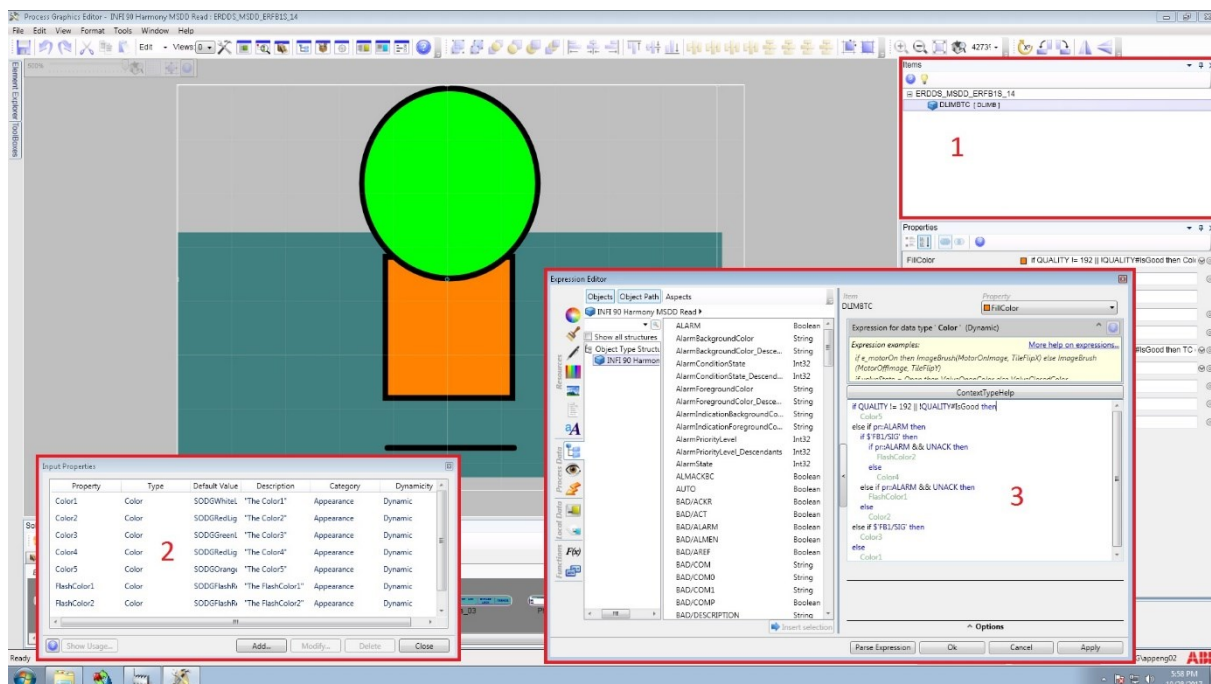


Obrázek 2 - Hotový grafický element v PG2

- (1) Seznam použitých grafických prvků, ze kterých je vytvořen grafický element
- (2) Seznam vlastností daného prvku (v našem případě AdvantPolygon1_1)
- (3) Nástroj pro vytvoření deklaraci proměnných grafického elementu
- (4) Nástroj pro vytvoření výčetového datového typu (Enumerátoru)

3.1.2. Konverze Object Type Structure

OTS slouží k vytváření grafických objektů, které jsou základním stavebním kamenem finálních obrazovek. Grafický objekt je tvořen grafickými elementy, které byly převáděny v předchozí struktuře. Tak jako v GS se přidávají vstupní proměnné. Hlavní činností v OTS je tvorba funkčních skriptů, které prostřednictvím tagů propojují grafiku s procesními daty. OTS si lze představit jako knihovnu funkčních grafických modelů reálných objektů.



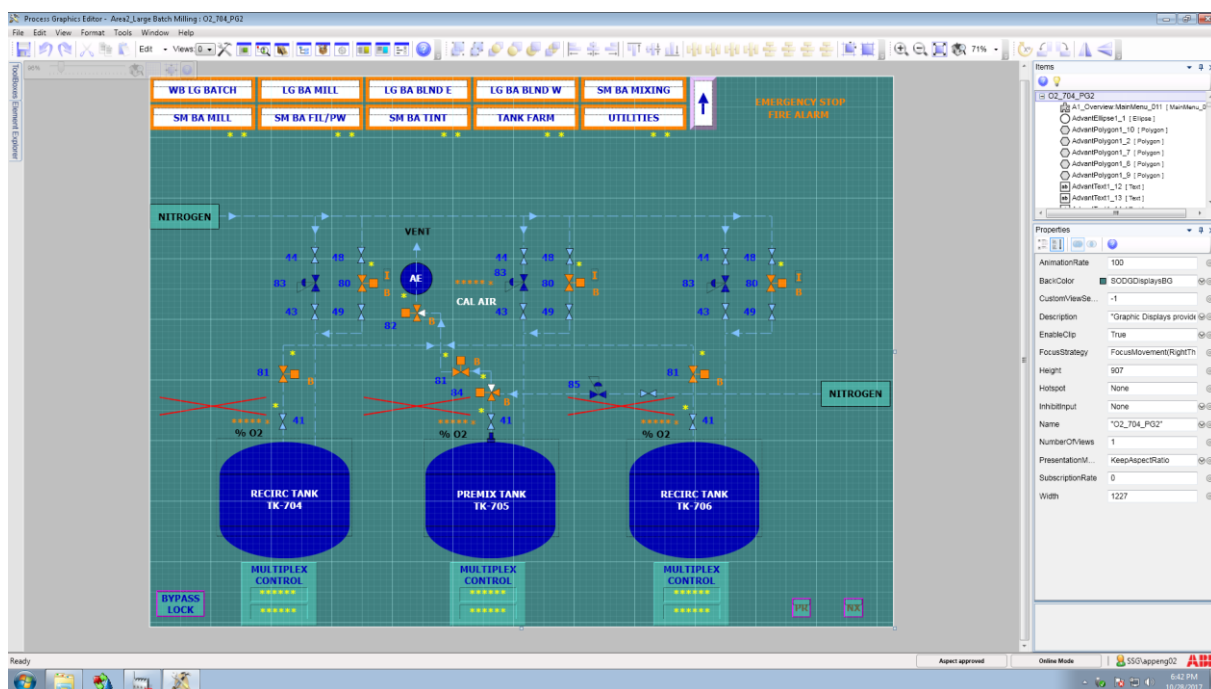
Obrázek 3 - Grafický objekt v PG2

- (1) Seznam použitých elementů, z kterých je grafický objekt vytvořen
- (2) Nástroj pro deklaraci vstupních proměnných grafického objektu
- (3) Nástroj pro vytvoření skriptů, kterými jsou řízeny vlastnosti objektu

3.1.3. Konverze Functional Structure

Po dokončení optimalizací a konverze obou předchozích struktur se nastaví migrační program, který je schopen převést všechny obrazovky vizualizace z VB6 do PG2 úspěšně tak, že následná práce v této struktuře spočívá hlavně v pečlivé kontrole všech převedených objektů obrazovek.

Při vytváření obrazovek vizualizace je použito grafických objektů z naší OTS a všech grafických prvků, které prostředí nabízí.



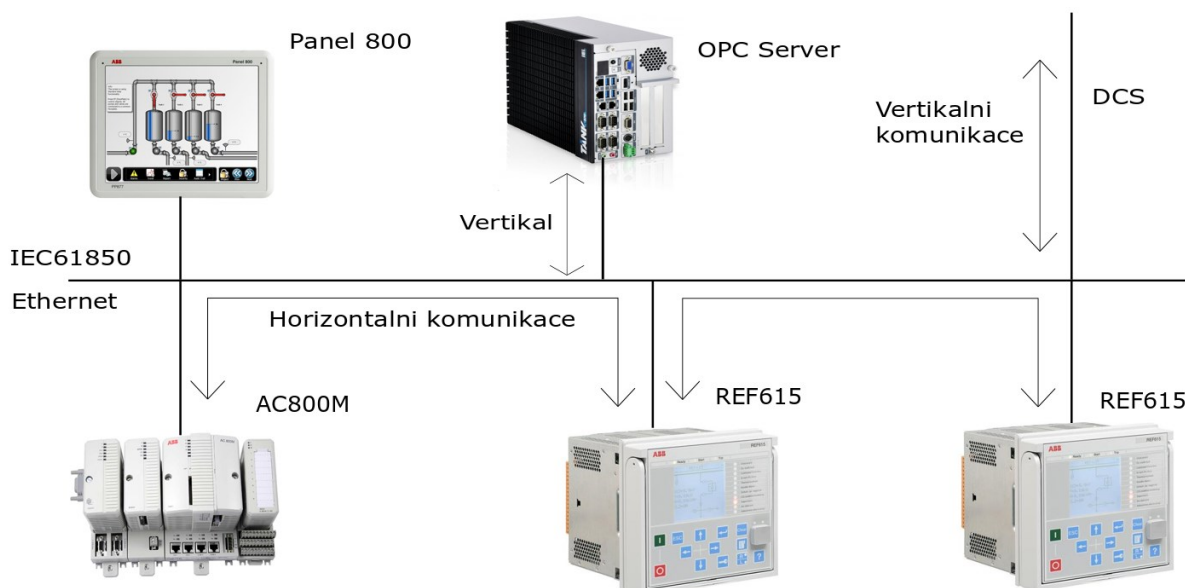
Obrázek 4 - Příklad hotové obrazovky v PG2

3.2. Konfigurace komunikace pomocí IEC61850

V tomto úkolu jsem se měl seznámit a pracovat se standardem IEC61850, který se hojně využívá při řešení automatizace rozvodu elektrické energie. K dispozici jsem měl všechny zařízení, které by obsahoval reálný projekt. Digitální ochranu vývodu ABB REF615, kontrolér řady AC 800M, ABB OPC server, operační panel ABB řady 800. Výstupem mé práce mělo být zprovoznění funkčního modelu a vytvoření dokumentů s postupy, které by sloužily k cvičení nových kolegů.

Při práci s IEC61850 je třeba dodržet interní pracovní postup, který definuje jednotlivé kroky pro vytvoření funkční komunikace. Celková konfigurace komunikace IEC61850 je obsažena ve výsledném souboru s příponou SCD(SCL), který si lze představit jako standardizovaný XML soubor obsahující popis jednotlivých IED (přístrojů) a jejich komunikačních vztahů. Finální konfigurační soubor se následně nahraje do jednotlivých zařízení, které budou pomocí něj schopny vzájemně komunikovat.

3.2.1. Schéma komunikace IEC61850



Obrázek 5 - Model komunikace IEC61850

3.2.2. Popis IEC61850

Norma IEC61850 je komunikační standard, který definuje komunikační protokol mezi inteligentními elektronickými přístroji (značeno IED, zkratka anglického spojení Intelligent electronic device) a nadřazenými řídicími systémy v elektrických rozvodnách. Tento protokol běží na TCP/IP síti nebo LAN elektrické rozvodny používající technologie Ethernet. Hlavním rozdělením je takzvaná vertikální a horizontální komunikace. Horizontální komunikace se nazývá Goose, udává se jako komunikace v reálném čase a slouží k přenosu dat mezi jednotlivými IEDs a PLC, kdy je třeba předávat informace velmi rychle. Předání dat u GOOSE trvá v řádech jednotek, desítek milisekund. Vertikální komunikace značená MMS, je komunikací s nižší prioritou paketů, která je určena na předávání dat pro OPC servery či nadřazené DCS systémy. Předání dat může u MMS trvat i několik sekund.

3.2.3. IEC61850 pracovní postup

1. **PCM600** – Vytvoření aplikačního programu pro konfiguraci ochrany REF615 a vytvoření konfiguračního souboru komunikace (SCD soubor).
2. **IET600** – Do SCD souboru je přidána definice AC800M kontroléru, ABB OPC serveru a je určen směr kam a z čeho budou posílána jednotlivá data.
3. **PCM600** – Konfigurace ochrany REF615 je třeba následně aktualizovat o přidaná data o AC800M a OPC serveru. Jednotlivá nadefinovaná data jsou spojena s aplikací ochrany. Po dokončení práce v PCM600 je exportován výsledný SCD soubor, který se musí nahrát do jednotlivých systémů obsažených v modelu OPC/PLC.
4. **CET** – Nástroj pro konfiguraci OPC serveru.
5. **Control Builder AC800M** – Nástroj pro práci s PLC řady AC800M a v mém případě také s komunikační kartou IEC61850.

4. Zvolený postup řešení zadaných úkolů

V následujících podkapitolách udávám postup práce na jednotlivých úkolech a jejich pod částí.

4.1. Konverze grafiky vizualizace ropné plošiny

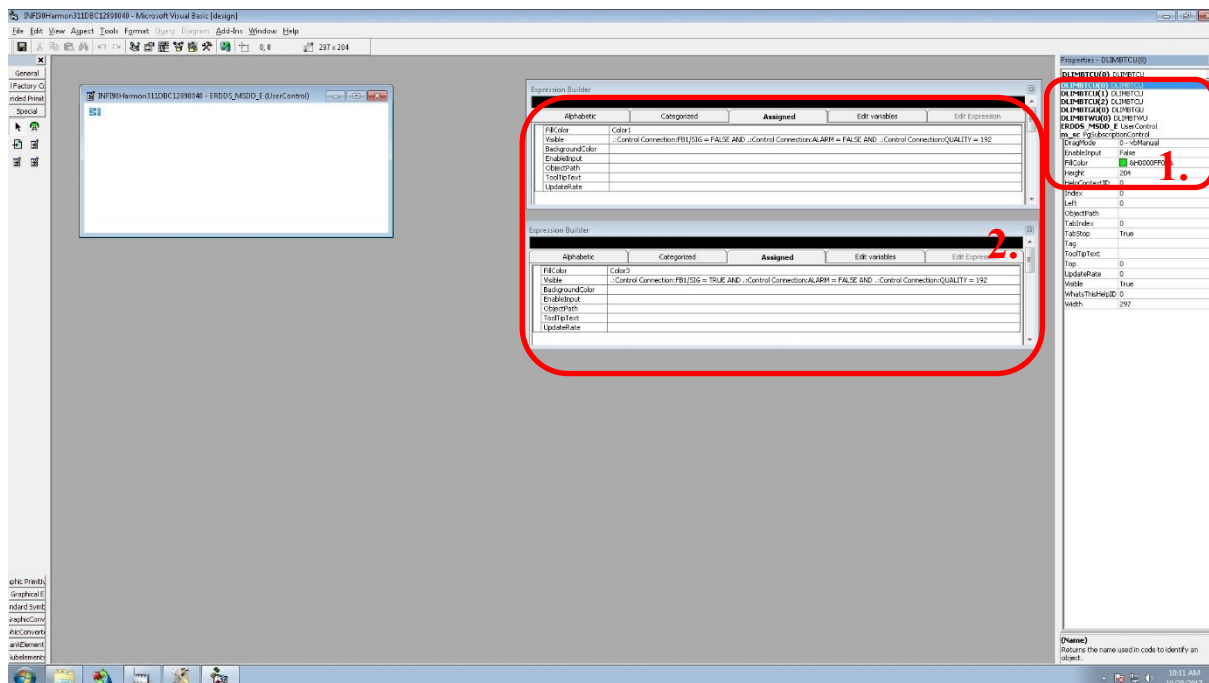
4.1.1. Graphic Structure

V prvé řadě, je třeba projít celkový seznam grafických elementů ve VB6, které mají být převedeny do PG2 a zjistit možnost optimalizace. Pro ukázkou jsem vybral grafické elementy znázorňující ventily DLIMB(TC,TCU,atd.), z kterých je následně vytvořen grafický objekt ERDDS_MSDD_ERFBIS_14.

	Object Identification	Graphic Element/Graphic Element.AspectName	Used	Office	Engineer	Replaced by	Parameters
1							
117	OCSGraphicConverter	DLIMBTC	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TC
118	OCSGraphicConverter	DLIMBTCU	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TCU
119	OCSGraphicConverter	DLIMBTG	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TG
120	OCSGraphicConverter	DLIMBTGU	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TGU
121	OCSGraphicConverter	DLIMBTW	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TW
122	OCSGraphicConverter	DLIMBTWU	1	Ostrava	Venus	DLIMB	ValveType: TWU

Obrázek 6 - Seznam grafických elementů v GS

Ze sloupce „Used“ na Obr.6 je možné zjistit kolikrát je jednotlivý element použit v grafických objektech, které se následně vyhledají v OTS. Po otevření objektu ve VB6 lze v pravém horním rohu Obr. 7 v okně 1 vidět, že tento objekt je tvořen více stejnými nebo podobnými elementy překrývající samy sebe DLIMB(TC,TCU,atd.). Tyto elementy za pomoci scriptu ve vlastnosti „Visible“ jsou nastaveny tak, aby byl vždy viditelný pouze jediný viz Obr.7 okno 2.



Obrázek 7 - Grafický objekt ve VB6 obsahující elementy před optimalizací

Pro optimalizaci daného objektu je potřeba přejít GS a vytvořit pouze jeden nový element DLIMB v PG2, kterým se nahradí všech 6 elementů VB6. Nejprve se všechny elementy pomocí programu Migrate tool převedou z VB6 do PG2. Následně se vytvoří tabulky všech prvků použitých v elementu a vyhledají se rozdíly ve vlastnostech, podle kterých se vytvoří jednoduché řídicí skripty. Elementy jsou tvořeny 4 grafickými prvky, AdvantEllipse_1, AdvantPolygon1_1, AdvantPolygon1_2, Polyline_1. Jelikož se jedná o migraci a výsledná podoba objektu by měla být zachována, použijí se v novém elementu DLIMB stejné 4 grafické prvky, které se automaticky při použití Migrate tool převádí.

Tab. 1 - AdvantEllipse_1

Ypos	Elementy VB6
0.	DLIMB(TC,TG,TW)
33.3	DLIMB(TCU,TGU,TWU)

Tab. 2 - AdvantPolygon1_1

FillColor	Elementy VB6	Pen	Elementy VB6	PointList	Elementy VB6
Input: FillColor	TG,TGU,TW,TWU	SODGValveBG	TC,TCU	„0,66.7 0,25 100,25 100, 66.7“	TC,TG,TW
SODGValveBG	TC,TCU	SODGRedLight	TG,TW	„99.3,0 99.3,41.7 0,41.7 0,0“	TCU,TGU,TWU
		Input: FillColor	TGU,TWU		

Tab. 3 - AdvantPolygon1_2

FillColor	Elementy VB6	PointList	Elementy VB6
Input: FillColor	TC,TCU,TGU,TWU	„62,28.7 62,53.7 37.7,53.7 37.7,28.7“	TC,TG,TW
SODGGreenLight	TG	„38,37 38,12 62,12 62,37“	TCU,TGU,TWU
SODGWhiteLight	TW		

Tab. 4 - Polyline_1

PointList	Elementy VB6
„38,61.7 62.3,61.7“	TC,TG,TW
„61.3,6.3 37.7,6.3“	TCU,TGU,TWU

Při použití grafického elementu v objektu ve struktuře OTS se vytvořený element DLIMB dynamicky ovládá prostřednictvím vstupních proměnných, viz. Tab. 5. Musí se nadefinovat nový výčtový datový typ, pomocí funkce enum, nazvaný „ValveType“, který může nabývat hodnot TC,TCU,TG,TGU,TW,TWU. Tyto hodnoty reprezentují nahrazené VB6 elementy (DLIMBTC,DLIMBTCU,atd.) viz. Obr.6. Dále se deklaruje nová vstupní proměnná ValveType, která bude datového typu ValveType, pomocí níž se prostřednictvím skriptů budou měnit vlastnosti elementu.

Tab. 5 - Vstupní proměnné grafického elementu DLIMB ve struktuře GS

Vst. Parametr	Datový typ	Výchozí hodnota	Popis
FillColor	Color	SODGRedLight	"FillColor"
ValveType	ValveType	TC	"ValveType"

Z výše uvedených tabulek (1,2,3,4) se následně vytvoří skripty v každé vlastnosti jednotlivých prvků, ve kterém byl mezi nahrazenými elementy rozdíl.

Ukázka skriptů:

AdvantEllipse_1(Ypos):

```
IF ValveType = TC || ValveType = TG || ValveType = TW THEN
    0.
ELSE
    33.33333
```

Popis funkce:

Pokud je vstupní proměnná ValveType rovna TC, TG nebo TW bude Y pozice rovna 0. pokud je vstupní proměnná jiná je rovna 33.33333.

AdvantPolygon1_1(FillColor):

```
IF ValveType = TC || ValveType = TCU THEN
    SODGValveBG
ELSE
    ip::FillColor
```

Popis funkce:

Pokud je vstupní proměnná ValveType rovna TC nebo TCU tehdy, nastav barvu výplně na SODGValveBG (SODGValveBG je název projektové barvy, která je definovaná přímo pro projekt a tímto názvem se na ni odkáže do příslušné struktury pro deklaraci barev, je to velmi podstatné pro rozsáhlé projekty, aby se mohla barva změnit pouze jednou v její cílové struktuře a ne 1000x v jednotlivých elementech), pokud je vstupní proměnná jiná použij vstupní proměnnou FillColor.

AdvantPolygon1_1(Pen):

```
IF ValveType = TC || ValveType = TCU THEN
    DashDotPen(SODGValveBG, 1., Solid, Square, Miter)
ELSE IF ValveType = TG || ValveType = TW THEN
    DashDotPen(SODGRedLight, 1., Solid, Square, Miter)
ELSE
    DashDotPen(ip::FillColor, 1., Solid, Square, Miter)
```

Popis funkce:

Pokud je vstupní proměnná ValveType rovna TC nebo TCU, bude barva ohraničující čáry SODGValveBG, při TG nebo TW bude barva SODGRedLight a pokud bude vstupní proměnná jiná použij vstupní proměnnou FillColor.

Polyline_1(PointList):

```
IF ValveType = TC || ValveType = TG || ValveType = TW THEN
    "38, 61.66667 62.33333, 61.66667"
ELSE
    "61.33333, 6.333333 37.66667, 6.333333"
```

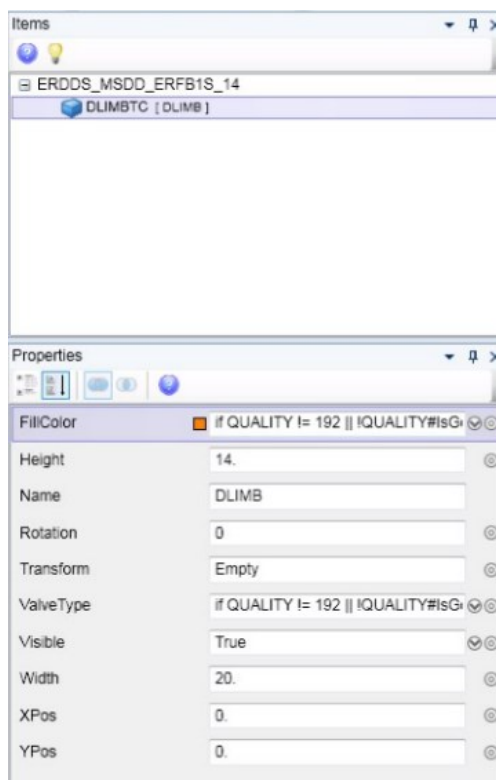
Popis funkce:

Pokud je vstupní proměnná ValveType rovna TC nebo TG nebo TW, bude vlastnost PointList mít hodnotu "38, 61.66667 62.33333, 61.66667", v ostatních případech bude PointList roven "61.33333, 6.333333 37.66667, 6.333333".

Takto vytvořené skripty ve všech rozdílných vlastnostech prvku, následně zajistí požadovanou funkci elementu v následující struktuře OTS, který se bude ovládat za pomoci vstupních parametrů, které byli definovány při tvorbě tohoto elementu. Tyto parametry se ve struktuře OTS budou jevit jako vlastnosti elementu obsaženého v objektu.

4.1.2. Object Type Structure

Po vytvoření optimalizovaného elementu DLIMB se vytvoří nový optimalizovaný objekt ERDDS_MSDD_ERFB1S_14. Zde se také používá již zmíněný Migrate tool, pomocí kterého si starý objekt je možno převést do nového prostředí PG2. Migrate tool je možné nastavit tak, aby všechny staré grafické elementy VB6 převedl do nového vytvořeného elementu DLIMB v PG2. To znamená že po migraci bude vytvořený objekt v PG2, který bude obsahovat 5 stejných grafických elementů. Jelikož je vytvořený element již optimalizovaný ponechá se pouze jeden a zbylé se vymaže viz. Obr.8.



Obrázek 8 - Seznam elementů a proměnných objektu ERDDS_MSDD_ERFB1S_14

Následně se otevře převáděný objekt ve starém provedení VB6 kde se vyhledá seznam vstupních proměnných, který se stejně tak nadefinuje v novém objektu v PG2 a následně pomocí těchto proměnných je možné nastavovat stejné objekty různě na obrazovkách v FS.

Tab. 6 - Vstupní proměnné objektu ERDDS_MSDD_ERFB1S_14

Vst. Parametr	Datový typ	Výchozí hodnota	Popis
Color1	Color	SODGWhiteLight	„Color1“
Color2	Color	SODGRedLight	„Color2“
Color3	Color	SODGGreenLight	„Color3“
Color4	Color	SODGRedLight	„Color4“
Color5	Color	SODGOrangeLight	„Color5“
FlashColor1	Color	SODGFlashRedLight	„FlashColor1“
FlashColor2	Color	SODGFlashRedLight	„FlashColor2“

Po nadefinování vstupních proměnných se začíná s konverzí skriptů. Kvůli optimalizaci GS, se musí optimalizovat i funkční skripty OTS. Jak je zřejmé z Obr. 7 každý element ve VB6 měl přiřazenou vstupní proměnnou datového typu barva ve vlastnosti FillColor a jednoduchý skript ve vlastnosti Visible. Po optimalizaci elementu DLIMB se v OTS pomocí vlastnosti ValveType vytvoří nový řídicí skript, který zajistí použití správného nastavení elementu jako v objektu před optimalizací. Následně na základě obsahu vlastností FillColor a Visible ve VB6 se vytvoří nový řídicí skript, který bude následně jen ve vlastnosti FillColor.

Ukázka skriptů:

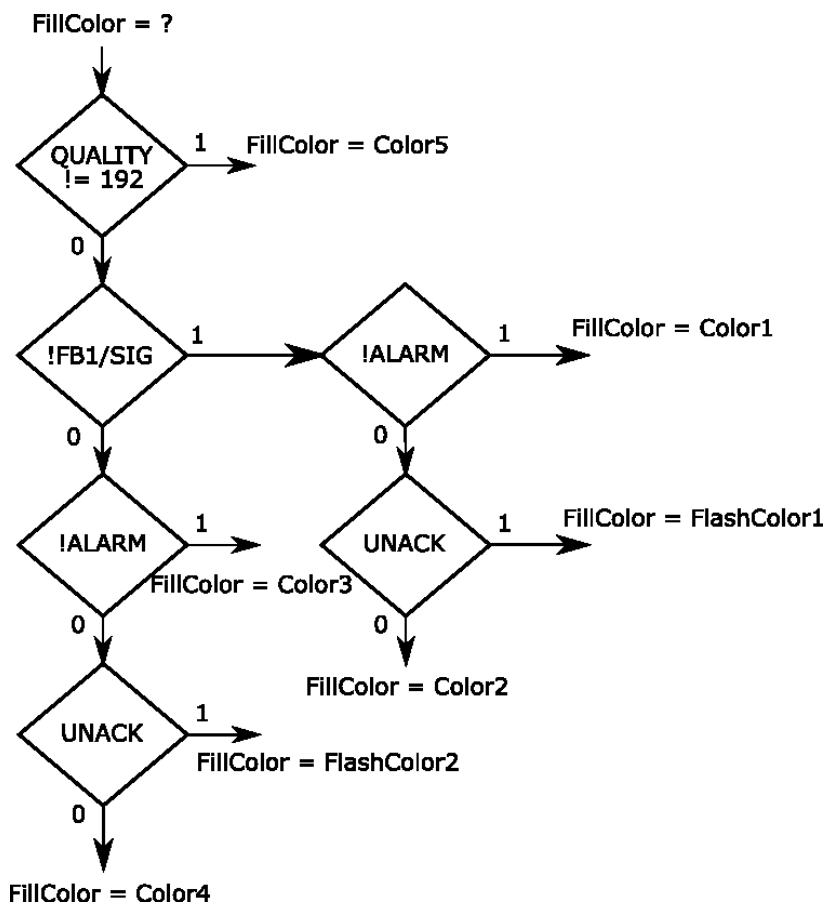
Skript VB6 : FillColor

Color1

Skript VB6 : Visible

.:Control Connection:FB1/SIG = FALSE AND .:Control Connection:ALARM = FALSE AND .:Control Connection:QUALITY = 192

Takovéto skripty ve vlastnostech FillColor a Visible má všech 5 elementů, které jsou obsaženy v objektu ERDDS_MSDD_ERFB1S_14 ve VB6. Samozřejmě každý element má tyto podmínky různé a tady nastává fáze optimalizace, kdy se musí všechny tyto podmínky sloučit do jednoho skriptu. Optimalizaci je nejlepší začít návrhem vývojového diagramu, dle kterého následně bude jednodušší vytvořit finální skript.



Obrázek 9 - Vývojový diagram skriptu pro proměnnou FillColor

Skript PG2: FillColor

```
IF QUALITY != 192 || !QUALITY#IsGood THEN
    Color5
ELSE IF !FB1/SIG THEN
    IF !ALARM THEN
        Color1
    ELSE IF UNACK THEN
        FlashColor1
    ELSE
        Color2
ELSE IF !ALARM THEN
    Color3
ELSE IF UNACK THEN
    FlashColor2
ELSE
    Color4
```

Popis funkce:

Jak si lze povšimnout, výstupem skriptu bude vždy proměnná typu Color. Do této funkce vstupují procesní data značené velkými písmeny (QUALITY, FB1/SIG, atd...), které se získávají přímo z OPC server. Veškeré procesní data jsou datového typu Boolean až na informaci QUALITY, která je výčtového datového typu Quality.

Hlavní podmínkou je zda se přijímají data z OPC serveru, což signalizuje proměnná QUALITY. Pokud není QUALITY rovno 192 nebo není „Good“ potom je ve vlastnosti nastavená vstupní proměnná Color5, pokud však podmínka splněna je, lze pokračovat dále. Když je příjem dat, čili Quality je rovno 192 nebo je „Good“ zjišťuje se zda není proměnná FB1/SIG rovna 1. Následuje ověření zda je nějaký aktivní ALARM či ne, pokud žádný aktivní alarm není tak na výstupu je Color1. Pokud alarm aktivní je následuje ověření, zda byl potvrzen či ne. Před potvrzením alarmu na výstupu bude barva FlashColor1 po potvrzení bude Color2. Naopak pokud je signál FB1/SIG aktivní postupuje se dále na ověření zda je alarm aktivní či není. Pokud aktivní není barva elementu bude Color3. Pokud je alarm aktivní je postupuje se na ověření potvrzení alarmu. Při nepotvrzeném alarmu bude výstup FlashColor2, při potvrzeném Color4.

Skript PG2: ValveType

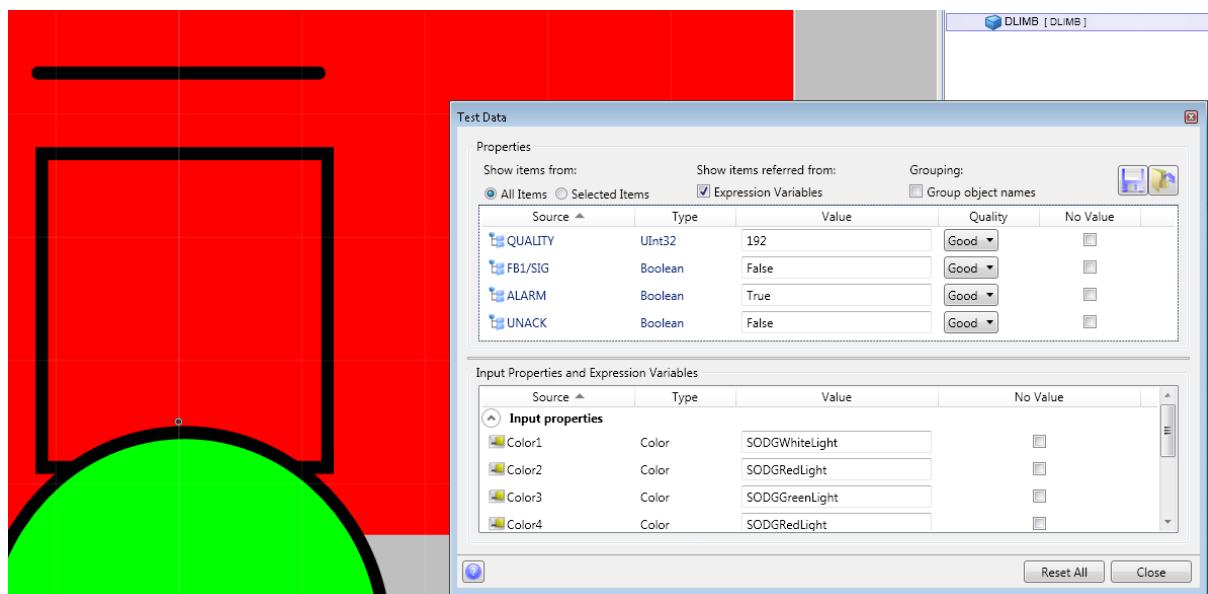
```
IF QUALITY != 192 || !QUALITY#IsGood THEN
    TCU
ELSE IF ALARM THEN
    IF FB1/SIG THEN
        TGU
    ELSE
        TWU
ELSE
    TCU
```

Popis funkce:

Pokud není QUALITY rovna 192 proměnná ValveType bude rovna TCU, pokud rovna je následuje ověření zda je aktivní ALARM. Při aktivním alarmu následně ověřujeme zda je aktivní FB1/SIG, pokud aktivní je, tak ValveType bude rovna TGU pokud není tehdy bude rovna TWU. Při neaktivním alarmu a při QUALITY rovno 192 nebo “Good” výstupem bude TCU.

Testování funkcionality:

Po dokončení skriptů a veškeré parametrizaci objektu následuje ověření funkčnosti pomocí nástroje “Test Data”, kterou vývojové prostředí nabízí. Jak je vidět na Obr. 10, je zde možné zadávat vstupní proměnné našeho objektu (Color1, Color2, atd...) a také simulovat příchozí tagy z OPC serveru (QUALITY, FB1/SIG, atd...). Výslednou funkci objektu je možné sledovat při změně těchto parametrů, kdy přímo v prostředí objekt mění orientaci i barvy.

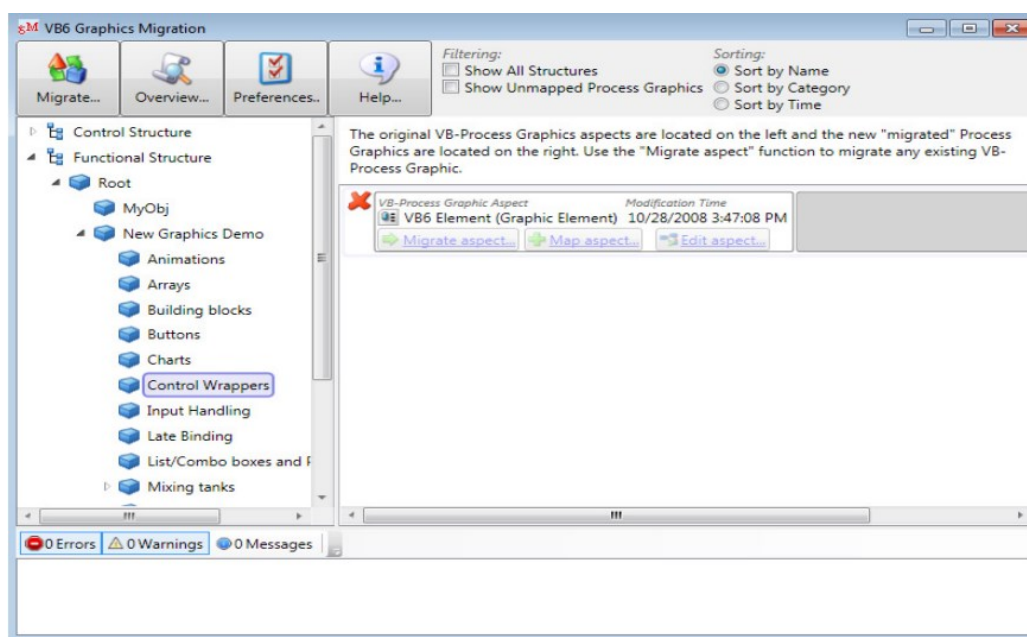


Obrázek 10 - Funkce Test Data ve vývojovém prostředí Process Graphics Editor

4.1.3. Functional Structure

Po optimalizaci a dokončení konverze obou předchozích struktur se začíná s převodem jednotlivých obrazovek vizualizace. Jak v předchozích strukturách bylo zadáním optimalizace struktury, tak v této je striktně požadován převod 1ku1. Nejdůležitější V této fázi je nastavení programu pro migraci jednotlivých objektů, právě z toho důvodu, že došlo k rozsáhlé optimalizaci struktur GS a OTS. Program pro migraci umožňuje opravdu široké možnosti nastavení jednotlivých objektů, například nastavení vstupních proměnných a vlastností daného objektu.

Velmi důkladným nastavením migračního programu se docílí toho, že veškerá práce v této struktuře bude spíše kontrolního charakteru, zda je vše správně převedeno. Příklad hotové obrazovky vizualizace je na Obr. 4.



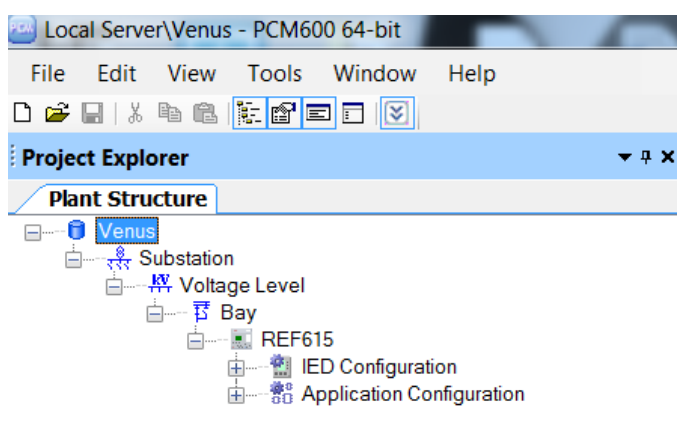
Obrázek 11 - Ukázka prostředí Migrate tool

4.2. Konfigurace komunikace pomocí IEC61850

Základním kamenem IEC61850 je takzvaný Dataset, který lze popsat jako list proměnných. Je definován v SCD souboru, kde je přiřazen k jednotlivým přístrojům(funkcím). V řešení tohoto úkolu se pokusím popsat právě tvorbu těchto datasetů a jejich vzájemné nastavení. Při konfiguraci komunikace pomocí IEC61850 jsem se držel již více zmíněného pracovního postupu firmy ABB.

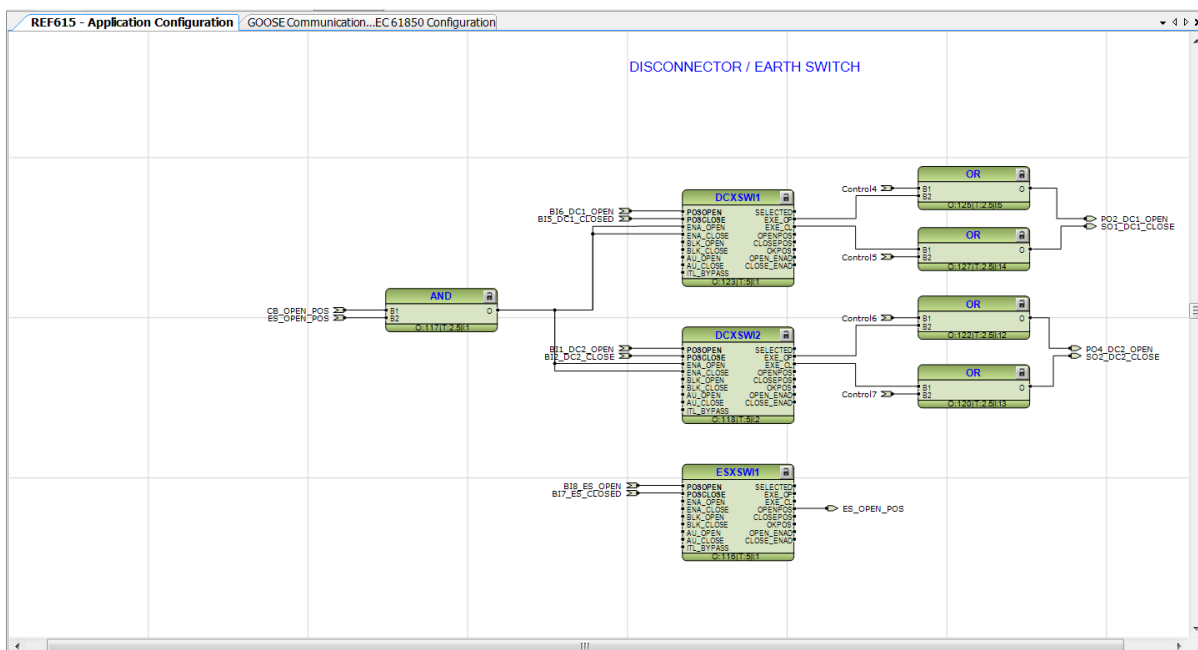
4.2.1. Založení projektu v PCM600

Jak již bylo zmíněno nástroj PCM600 slouží k vytvoření aplikačního programu pro vývodovou ochranu, v mém případě REF615. A jelikož je to nejnižší forma řízení a sběru dat z mého pohledu tak právě zde začínám. Na Obr. 12 lze vidět, jak vypadá čerstvě založený projekt s přidanou ochranou typu REF615. Každá ochrana spadá pod jednotlivý oddíl a do určité napětové hladiny.



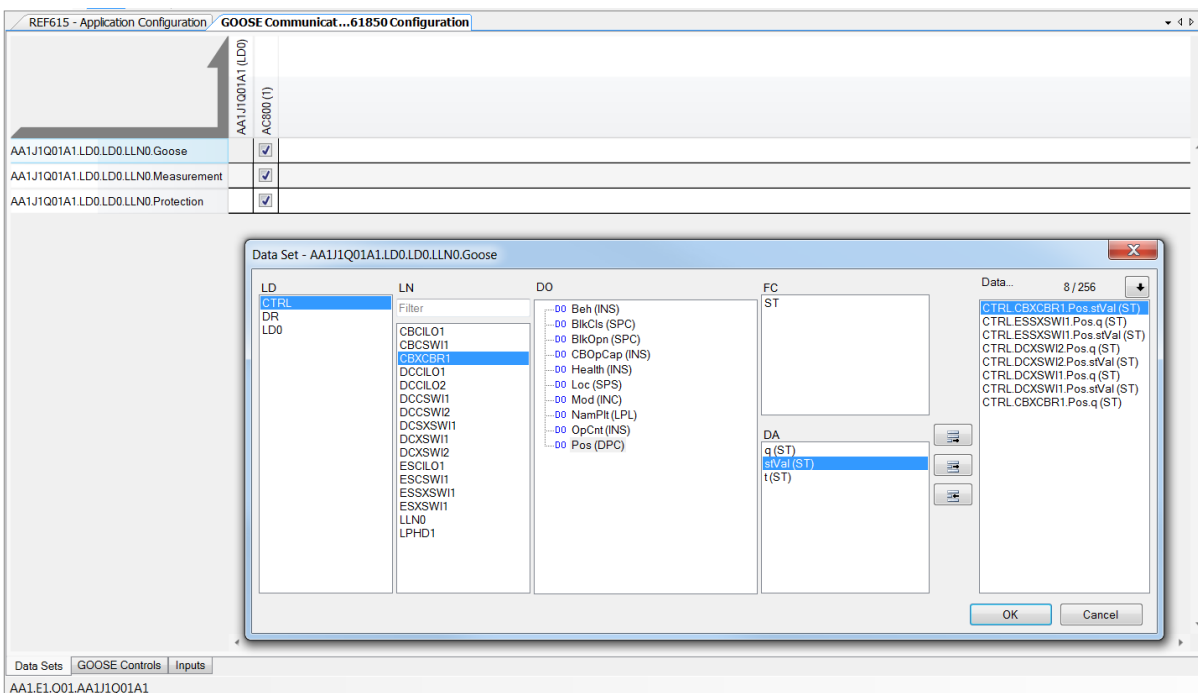
Obrázek 12 – Prostředí nástroje PCM600

Následuje aplikační konfigurace, která odpovídá potřebě a zadání úrovně ochrany daného vedení jako je například nadproudová/přepětěová ochrana. REF615 jako taková nahrazuje v rozvaděči veškeré ochranné prvky a prostřednictvím ní se ovládají hlavní ochranné funkce, jako například vysokonapětový odpojovač, hlavní jistič, uzemňovač. Tyto ochranné funkce má ochrana již před programované, záleží na typu ochrany, v podobě funkčních bloků. Tyto bloky se následně přidávají, prostřednictvím grafického rozhraní, do aplikační konfigurace a spolu s jednoduchými logickými funkcemi tvoří uživatelský program ochrany viz. Obr. 13.



Obrázek 13 – Grafické rozhraní pro tvorbu uživatelského programu v PCM600

Po vytvoření uživatelského programu se zabývá právě konfigurací komunikace prostřednictvím standardu IEC61850. V PCM600 se výhradně pracuje se signály GOOSE z pohledu ochrany vývodu, tudíž se definuje komunikace směrem z REF615 do PLC. Vytváří se datasets podle rozdělení na stavové, měřicí nebo ochranné signály. Každý dataset má daný maximální počet signálů a musí obsahovat jak hodnotu signálu, tak informaci o kvalitě signálu. Po definici GOOSE z REF615 do PLC následuje export SCD souboru z prostředí PCM600 a práce v IET600.



Obrázek 14 – Nástroj pro parametrizaci GOOSE datasetů IEC61850 v PCM600

4.2.2. Přidání konfigurace PLC a OPC serveru v IET600

Po vytvoření základní konfigurace uživatelské aplikace REF615 a konfigurace GOOSE komunikace v PCM600, se importuje předem vytvořený SCD soubor do vývojového prostředí IET600. Po úspěšném importu lze vidět strukturu všech IEDs v rozvodně, v tomto případě vidíme jednu ochranu vývodu REF615.

Následuje přidání konfigurace OPC serveru, prostřednictvím nahrání souboru s příponou CID do IET600, který obsahuje základní informace o OPC serveru a následné nastavení TCP/IP parametrů, jako je IP adresa a IP podsítě. Po přidání OPC serveru se přechází ke konfiguraci MMS komunikace. Ta se vytváří tak, že se tak jako v PCM600 u GOOSE komunikace vytvoří požadované datasety se signály, které se posílají mezi REF615 a OPC serverem. Jednotlivé datasety se následně přiřadí k OPC serveru tak jak je vidět na Obr.15, což signalizují jedničky pod OPC serverem. Na Obr.15 lze také vidět z názvu jednotlivých datasetů, že MMS komunikace slouží hlavně k toku informací o stavu vstupů/výstupů nebo různých naměřených hodnot. Tyto údaje se následně používají k tvorbě vizualizací.

IED Name	LD	LN	RCB	Attached Dataset	AA1OPC1(LD0)
ABBK1A01A2	LD0	LLN0	rcbStatUrg	StatUrg	1
ABBK1A01A2	LD0	LLN0	rcbMeasReg	MeasReg	1
ABBK1A01A2	LD0	LLN0	rcbStatIedA	StatIedA	1
ABBK1A01A2	LD0	LLN0	rcbStatIO	StatIO	1
ABBK1A02A2	LD0	LLN0	rcbStatUrg	StatUrg	1
ABBK1A02A2	LD0	LLN0	rcbMeasReg	MeasReg	1
ABBK1A02A2	LD0	LLN0	rcbStatIedA	StatIedA	1
ABBK1A02A2	LD0	LLN0	rcbStatIO	StatIO	1
ABBK1A03A2	LD0	LLN0	rcbStatUra	StatUra	1

Obrázek 15 - Seznam jednotlivých datasetů MMS komunikace a jejich přiřazení k OPC serveru

Jakmile je vytvořená MMS komunikace, následuje přidání PLC AC800M do konfigurace IEC61850. To se dělá obdobně jako u OPC serveru, nahráním souboru CID, který obsahuje základní konfiguraci PLC řady 800M a následným nastavením síťových parametrů PLC.

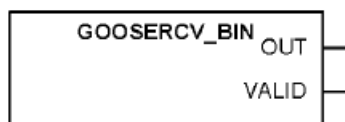
Po úspěšném přidání a parametrizaci následuje konfigurace GOOSE komunikace, jak se již dříve v programu PCM600 definoval směr GOOSE komunikace z REF615 do PLC, teď přichází definice opačného směru, a to z PLC do REF615. Tento směr je velmi jednoduchý, protože obsahuje pouze řídicí signály, které slouží k řízení ochrany vývodu v reálném čase pomocí PLC. Po přidání požadovaného počtu signálů následuje přiřazení datasetu k požadovanému IED, které se má řídit, obdobně jak na Obr.15 při MMS komunikaci.

Následuje další export SCD souboru z prostředí IET600 zpět do prostředí PCM600.

4.2.3. Dokončení konfigurace komunikace IEC61850 v PCM600

Po přidání OPC serveru a PLC AC800M je potřeba udělat finální úpravy, hlavně tedy úpravy v aplikační konfiguraci ochrany REF615 pro GOOSE komunikaci ze směru od PLC do REF615, která byla vytvářena po přidání PLC v prostředí IET600.

Pro zpracování řídicích signálů, které přichází z PLC se používají v aplikační konfiguraci funkční bloky „GooseRCV_BIN“, které mají 2 vstupy a 2 výstupy. Samotný řídicí binární signál a jeho signál kvality. Těmito signály se následně ovládají například jističe nebo odpojovače, které obsluhují ochrany vývodu REF615.



Obrázek 16 - Grafické zobrazení funkčního bloku GOOSERCV_BIN

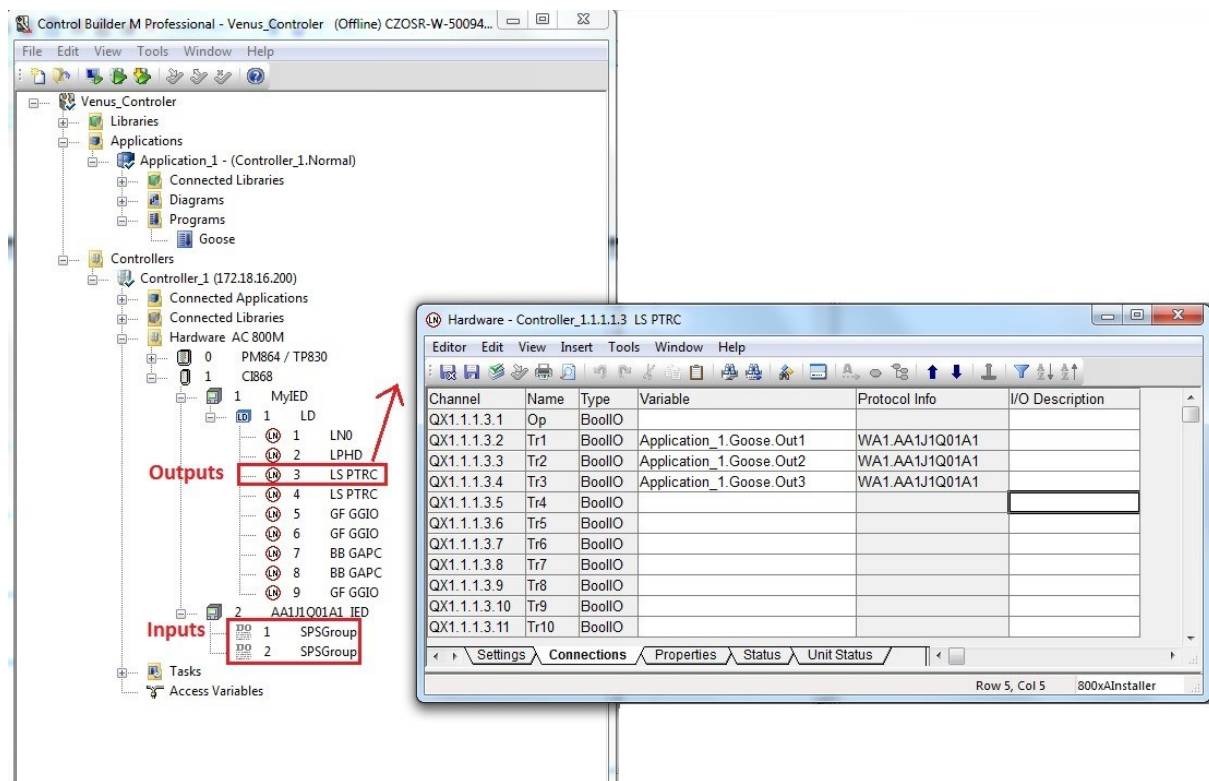
Jakmile je hotová konfigurace aplikace REF615, GOOSE a MMS komunikace, přechází se k nahrání konfigurace IEC61850 do jednotlivých přístrojů. V první řadě prostřednictvím prostředí PCM600 se nahraje vývodová ochrana REF615. Následně se exportuje výsledný SCD soubor, který se použije při konfiguraci komunikace všech ostatních zařízení.

4.2.4. Import konfigurace do ABB OPC Serveru

Konfigurace OPC serveru pro IEC61850 se provádí v programu „CET Tool“. Do vytvořené konfigurace OPC serveru se importuje vytvořená konfigurace IEC61850. Následně je možné v tomto programu provádět online diagnostiku a sledovat jednotlivé hodnoty signálů přicházejících z vývodové ochrany REF615. V mém případě byla práce v tomto prostředí velmi okrajová, protože jsem ve svém finálním modelu s OPC serverem ani MMS komunikací nepracoval.

4.2.5. Import konfigurace do PLC AC800M

Má konfigurace PLC se skládá ze základního procesorové jednotky ABB řady 800, napájecího modulu a komunikační karty CI868, pro práci s IEC61850. V programu Control Builder M se vytvoří nejprve hardwarová konfigurace a následně prostřednictvím nástroje „IEC61850 Wizard“, který karta CI868 nabízí, se naimportuje konfigurace komunikace IEC61850 viz. Obr.17.



Obrázek 17 - Práce s komunikační kartou IEC61850 v programu Control Builder M

Po úspěšném importu konfigurace je možné vidět na Obr.17 struktura všech IED, které obsahuje. V mém případě je možné vidět přístroj MyIED, který reprezentuje PLC a AA1J1Q01A1 IED, které reprezentuje ochranu vývodu REF615. Ve struktuře karty CI868 se propojují jednotlivé proměnné, které obsahuje komunikace, přímo s řídicím programem.

5. Závěr

5.1. Znalosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.

Jelikož má práce ve firmě byla velmi specifická a práci na prvním úkolu při konverzi a optimalizaci vizualizací jsem prováděl již před započítím zimního semestru 3. ročníku, kde se objevila první zmínka o systémech DCS a SCADA vizualizací v předmětu Programovatelné automaty a vizualizace řídicích systému, mohl jsem využít nabitě vědomosti až při práci na druhém úkolu, při vytváření uživatelského programu pro PLC AC800M.

Avšak, použil jsem získané praktické zkušenosti ze studií na vysoké škole a to správný přístup k získávání teoretických informací ze všech možných pro mne dostupných dokumentů a správného inženýrského postupu při návrhu řešení všech úkolů.

5.2. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.

Z důvodu, že jsem se ve škole nemohl setkat s DCS systémy firmy ABB ani s prací s komunikačním protokolem IEC61850, či vývodovou ochranou REF615, bylo pro mne obtížné se ve velmi krátkém časovém intervalu vůbec v těchto velmi rozsáhlých systémech orientovat, natož jim plně porozumět.

Ve firmě jsem absolvoval dvou týdenní školení, které obsahovalo úvod do DCS systému, práci s prostředím pro vytváření vizualizací a seznámení se s prací s PLC řady AC800M v prostředí Control Builder M. Většinu informací jsem musel hledat v rozsáhlých dokumentacích v anglickém jazyce. Velmi mi také pomohly konzultace s mými kolegy a jimi vytvořené návody a postupy.

Uvědomuji si, že škola nemůže, jakkoliv pokrýt výuku DCS systému od firmy ABB ani se zaměřit na určitý typ průmyslové komunikace, která je jen jednou z mnoha používaných v průmyslové automatizaci, a to ještě komunikací velmi specifickou.

5.3. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Jsem velmi rád, že jsem měl možnost si zvolit formu bakalářské práce prostřednictvím individuální praxe a popsat tak svoji práci na zajímavých nadnárodních projektech v mezinárodním týmu a podělit se s touto zkušeností jak se svými spolužáky, tak se svými učiteli. V průběhu mé práce na projektu, jsem udělal řadu optimalizací, které byly velmi kladně ohodnoceny ze strany mého vedoucího i zadavatele. Pozitivní zkušeností byla naprostá volnost při vytváření optimalizací vizualizace, která byla limitována pouze mojí kreativitou a šikovností.

Největším přínosem pro mne byla zkušenost s prací v mezinárodním týmu a ideálním pracovním prostředím vytvořeným firmou ABB, která je díky své velikosti schopna zajistit nadstandartní pracovní podmínky.

Hlavním cílem mé praxe, a to obzvláště v průběhu druhého úkolu, bylo aktivně se připravovat na možnost přímého nástupu na hlavní pracovní poměr, do týmu zabývajícího se prací s komunikačním standardem IEC61850. Tento cíl byl naplněn a jsem po ukončení studia schopen stát se plnohodnotným členem tohoto týmu.

6. Použitá literatura

- [1] *ABB s.r.o.* [online]. [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <http://new.abb.com/cz/o-nas/zakladni-udaje>
- [2] *Enhanced protection functionality with IEC61850 and GOOSE* [online]. Singapore: ABB, 2008 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: [http://www02.abb.com/global/sgabb/sgabb005.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/e81bb489e5ae0b68482574d70020bf42/\\$FILE/B5_G2_Enhanced+protection+functionality+with+IEC+61850+and+GOOSE.pdf](http://www02.abb.com/global/sgabb/sgabb005.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/e81bb489e5ae0b68482574d70020bf42/$FILE/B5_G2_Enhanced+protection+functionality+with+IEC+61850+and+GOOSE.pdf)
- [3] *615 series ANSI: Operation Manual* [online]. Coral Springs, FL 33065, USA: ABB, 2011 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/ccbc8def710e5aa9c12578950041606d/RE_615ANSI_oper_050592_ENb.pdf
- [4] *AC 800M: Controller Hardware* [online]. 2010 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510_A_en_AC_800M_5.1_Controller_Hardware.pdf
- [5] *Protection and Control IED Manager PCM600: Getting Started Guide* [online]. ABB, 2013 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/cbbb5c5a074c4181b044c9ba19ebd40f/PCM600_getting_started_guide_757866_ENb.pdf